



⑱ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑥⑦ EP 0 434 294 B1

⑩ DE 690 22 011 T 2

⑤① Int. Cl.⁶:
H 03 G 3/20

②① Deutsches Aktenzeichen:	690 22 011.1
③⑥ Europäisches Aktenzeichen:	90 313 522.6
③⑥ Europäischer Anmeldetag:	12. 12. 90
③⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	26. 6. 91
③⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	30. 8. 95
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	11. 4. 96

DE 690 22 011 T 2

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

22.12.89 FI 896266

⑦③ Patentinhaber:

Nokia Mobile Phones Ltd., Salo, FI

⑦④ Vertreter:

TER MEER-MÜLLER-STEINMEISTER & Partner,
Patentanwälte, 81679 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LI, LU, NL,
SE

⑦② Erfinder:

Väisänen, Risto, SF-24100 Salo, FI

⑤④ Verfahren zur Leistungssteuerung eines spannungsgesteuerten Leistungsverstärkers und zugehörige Schaltung.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 690 22 011 T 2

Verfahren zur Leistungssteuerung eines spannungsgesteuerten
Leistungsverstärkers und zugehörige Schaltung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltung betreffend einen spannungsgesteuerten Leistungsverstärker, bei dem der Ausgangsimpuls bei verschiedenen Leistungsniveaus und insbesondere am Anfang des Impulses dieselbe Form wie
5 der Steuerimpuls beibehält.

Leistungsverstärker gemäß dem einschlägigen Stand der Technik sind z. B. aus EP-A-0 156 398 und EP-A-0 110 368 bekannt.

10

Bei digitalen Funktelefonen wird die Übertragung durch Impulsbündel besorgt, bei denen das übertragene Signal durch aufeinanderfolgende Impulse gebildet wird. Ein übertragener Impuls muß nicht stufenförmig sein, jedoch müssen das An-
15 steigen und Abfallen so gesteuert werden, daß sich das Übertragungsspektrum nicht zu stark aufweitet, jedoch sollten die Anstiegs- und Abfallzeiten so kurz wie möglich sein. Häufig wird der \cos^2 -Signalverlauf als geeignet angesehen. Außerdem muß die zeitliche Steuerung der Übertragungsimpulse
20 unabhängig vom Leistungsniveau des Senders sein. Mit Hilfe einer Leistungssteuerung wird versucht, den Netzstörun-
25 gungspegel zu verringern und den Energieverbrauch des Telefons zu verringern, und die Steuerung beruht z. B. bei einem GSM-System auf Messungen, wie sie von den Basisstationen ausge-
führt werden. Bei diesem System beträgt der Steuerbereich 30 dB und er umfaßt 16 Leistungsniveaus zwischen +43 dB und +13 dB.

In dieser Beschreibung werden Telephone gemäß dem GSM-System
30 als Beispiel verwendet, jedoch ist die Beschreibung auch auf

andere digitale Systeme anwendbar, bei denen der Anstieg und Abfall übertragener Impulse \cos^2 -Form oder entsprechende Form aufweist. Der Sender eines bekannten digitalen Funktelephons umfaßt einen spannungsgesteuerten HF-Leistungsverstärker, der abhängig von einer Steuerlogik und der Ausgangsleistung des Leistungsverstärkers durch einen Regelungsverstärker gesteuert wird. Ein typisches Senderblockdiagramm eines GSM-Funktelephons dieser Art ist in Figur 1 dargestellt. Dort werden die Eingangs-Rechteckimpulse P_{in} auf gewünschte Weise verstärkt, und ihr Anstieg und Abfall wird in einem mehrstufigen Leistungsverstärker 1 in die \cos^2 -Form umgewandelt. Die Ausgangsleistung wird durch einen Richtungskoppler 2 und ein Leistungsmeßelement 3 gemessen, das eine Spannung V_1 proportional zur Leistung erzeugt. Diese Spannung wird auf einen Regelungsverstärker 4 gegeben, der ein Operationsverstärker sein kann, und der zweite Eingang des Regelungsverstärkers empfängt einen Steuerimpuls TXC von einem D/A-Umsetzer. Die Amplitude sowie die Signalverläufe der ansteigenden und abfallenden Flanke des Sendepulses P_{out} mit gewünschter Leistung werden mit Hilfe des Steuerimpulses erzeugt. Wenn die Spannung V_1 höher als die Spannung TXC ist, wird die Ausgangsspannung des Leistungsverstärkers 4 niedriger eingestellt, wodurch natürlich die Ausgangsspannung abnimmt. Dadurch versucht der Regelkreis, die Ausgangsimpulsform in Übereinstimmung mit der Steuerimpulsform zu halten.

Jedoch ist in der Praxis die Situation viel komplizierter und schwieriger. Die Grenzfrequenz des Regelkreises und die Regelungsverstärkung, die hauptsächlich durch die Komponenten R_1 , R_2 , R_3 und C_1 bestimmt werden, sollten relativ hoch sein, so daß der Regelkreis auch dann folgen kann, wenn der Steuerimpuls TXC klein ist. In den meisten Fällen ist es jedoch nicht möglich, die Grenzfrequenz und die Regelungsverstärkung ausreichend zu erhöhen, da der Regelungsverstär-

ker 4 und der Leistungsverstärker 1 Verzögerungen aufweisen, die z. B. beim Ansprechverhalten in der Phase mit offenem Regelkreis deutlich werden. In der Praxis ist daher ein Regelkreis, der so konzipiert ist, daß er ausreichend
5 schnell ist, im allgemeinen instabil, d. h., daß er entweder auf gedämpfte Weise oder, im schlimmsten Fall, auf ungedämpfte Weise schwingt. Wenn die Grenzfrequenz des Kreises oder die Verstärkung verringert werden, wird die Regelung langsamer, und die Leistung kann bei den niedrigsten Lei-
10 stungsniveaus nicht innerhalb der erforderlichen Zeit ansteigen. Die Figuren 2A und 2B zeigen die Spannungen V_{out} ($\approx P_{out}$), TXC sowie die Steuerspannung V_2 bei einer Situation, bei der ein Impuls zum Spitzenwert hin anzusteigen beginnt und bei der der Regelkreis durch Verlangsamung
15 stabilisiert ist, entweder durch Verringern der Grenzfrequenz oder der Verstärkung. Figur 2A zeigt eine Situation bei hohem Leistungsniveau und Figur 2B zeigt eine solche bei niedrigem Leistungsniveau. Die Spannung TXC ist so skaliert, daß sie so hoch wie die Ausgangsspannung des Leistungsver-
20 stärkers ist, jedoch ist TXC tatsächlich sehr gering. In den Figuren hat V_3 den Wert der Steuerspannung V_2 , bei der der Leistungsverstärker 1 damit beginnt, Leistung abzugeben. Leckleistung wird auch bei niedrigeren Spannungswerten als diesem erzeugt, weswegen die Spannung V_2 bei einem Wert
25 beginnen muß, der deutlich kleiner als der der Spannung V_3 ist. Die Spannung V_3 ist auch temperatur- und kanalfrequenzabhängig. In Figur 2A ist gezeigt, daß der Leistungsverstärker-Ausgangsimpuls nicht ab dem Zeitpunkt $T = 0$ langsam ausgehend von Null ansteigt, sondern daß Leistung erst ab
30 dem Zeitpunkt T_3 erzeugt wird, zu dem die Leistung beinahe stufenweise ansteigt, wenn der Regelkreis zu arbeiten beginnt. Die Maximalleistung wird zum Zeitpunkt T_1 erzielt. Figur 2B zeigt eine Situation, bei der der Pegel des Steuerimpulses TXC deutlich kleiner als in Figur 2A ist. In dieser
35 Skala liegt die Spannung V_3 deutlich höher, und zwar selbst

dann, wenn der Absolutwert von V_3 derselbe wie in Figur 2A ist. Die Ausgangsleistung des Leistungsverstärkers steigt erst zu einem Zeitpunkt T_4 an, und es ist erkennbar, daß der Signalverlauf der Ausgangsspannung V_{out} kaum der Form des Steuerimpulses TXC folgt, wie dies der Fall sein sollte. Die maximale Leistung wird zum Zeitpunkt T_2 erzielt, um einen Moment ΔT später als bei höheren Leistungsniveaus.

Die Nachteile dieses bekannten Senders sind, wie vorstehend beschrieben, der beinahe stufenförmige Anstieg der Leistung des Leistungsverstärkers zu Beginn eines Impulses, was zu einer Aufweitung des Spektrums führt, und eine Anstiegsverzögerung (ΔT) zwischen verschiedenen Leistungsniveaus.

Die vorstehend angegebenen Nachteile können gemäß der Erfindung dadurch beseitigt werden, daß zur Steuerspannung des Leistungsverstärkers ein Rechteckimpuls hinzugefügt wird, der im wesentlichen zur selben Zeit wie der zum Regelungsverstärker gelieferte Steuerimpuls startet und endet. Beim bevorzugtesten Ausführungsbeispiel wird der Rechteckimpuls weggenommen, wenn der Regelkreis des Leistungsverstärkers zu arbeiten beginnt.

Die Grundidee der Erfindung ist die, daß der Rechteckimpuls unmittelbar am Beginn des Steuerimpulses TXC den Wert der Steuerspannung schnell in die Nähe des Schwellenpegels V_3 erhöht, bei dem der Leistungsverstärker zu arbeiten beginnt. Dann kann der Regelkreis unmittelbar arbeiten, wenn der Leistungsverstärker damit beginnt, Leistung zu erzeugen. Dadurch wird keine merkliche Verzögerung erzeugt, und der Anstieg zu Beginn der Ausgangsleistung P_{out} ist nicht stufenförmig. Wegen der Summierung des Rechteckimpulses und der Steuerspannung tritt am Ausgang des Leistungsverstärkers eine Spannungsteilung auf, die den Regelkreis des Leistungsverstärkers beeinflußt und die Regelungsverstärkung verrin-

gert. Um dies zu verhindern, ist es bevorzugt, eine solche Ausbildung vorzunehmen, daß der Rechteckimpuls V_p nicht zur Steuerspannung addiert wird, wenn der Regelkreis zu arbeiten begonnen hat. Diese Ausbildung wird mit einer Schaltungsanordnung erzielt, wie sie für eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung angegeben wird.

Die Erfindung wird im folgenden unter Bezugnahme auf die beifügten Figuren detaillierter beschrieben, in denen:

10

Figur 1 die grundsätzliche Schaltungsanordnung eines Senders in einem bekannten Funktelefon zeigt;

Figuren 2A und 2B Spannungssignalverläufe an verschiedenen Punkten des Senders in Figur 1 bei hohem und niedrigem Leistungsniveau zeigen;

Figur 3 das Prinzip der Erfindung zeigt;

20 Figuren 4A und 4B Spannungssignalverläufe an verschiedenen Punkten einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung bei hohem bzw. niedrigem Leistungsniveau zeigen; und

Figur 5 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zeigt.

Eine Übersicht über die Figuren 1 - 2 wurde bereits vorstehend beim Beschreiben des Stands der Technik gegeben.

30 Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung in Figur 3 wird die Ausgangsspannung V_s des Regelungsverstärkers 4 nach dem Widerstand R_3 einem Rechteckimpuls V_p mit einer Höhe, die ungefähr der Spannung V_3 entspricht, über der der Leistungsverstärker 1 mit dem Erzeugen von Leistung beginnt, addiert. Der Rechteckimpuls beginnt im wesentlichen zum sel-

ben Moment, zu dem der Steuerimpuls TXC zu steigen beginnt. Dann wird der Kondensator C1 schnell über den Widerstand R4 bis in die Nähe des Schwellenpegels V3 geladen, und der Leistungsverstärker-Regelkreis kann unmittelbar arbeiten, wenn
5 der Leistungsverstärker Leistung ausgibt. Wenn der Rechteckimpuls Vp einen Spannungspegel über V3 aufweist, kompensiert der Regelkreis die Auswirkung eines solchen Impulses über dem Pegel V3 auf solche Weise, daß die Ausgangsspannung Vs des Regelungsverstärkers 4 zu sinken beginnt, bis der Ein-
10 fluß des Rechteckimpulses auf die Steuerspannung V2 kompensiert ist, wonach die Steuerspannung zu steigen beginnt. Die Anordnung selbst arbeitet selbst dann, wenn Vp den Wert V3 überschreitet, und dann zeigt die Regelungsverstärker-Ausgangsspannung V3 nicht den angegebenen "Bogen", wenn V2 den
15 Schwellenpegel überschreitet.

Figur 4A zeigt entsprechende Spannungskurvendiagramme wie Figur 2A. Es ist zu erkennen, daß dann, wenn ein Rechteckimpuls Vp unmittelbar am Beginn des Steuerimpulses TXC zum
20 Zeitpunkt T3 zu diesem addiert wird, die Steuerspannung V2 schnell auf den Wert V3 ansteigt und dort für eine kurze Zeitspanne verbleibt, in der der Leistungsverstärker und der Regelkreis zu arbeiten beginnen, und dann beginnt folgend auf die Ausgangsspannung des Regelungsverstärkers 4 ein An-
25 stieg. Die Funktion ist in Figur 4B dieselbe, die Kurvendigramme für niedrigere Leistungsniveaus zeigt. Aus einem Vergleich der Figuren 4A, 4B mit den Figuren 2A, 2B ist deutlich erkennbar, daß kein stufenförmiger Anstieg der Ausgangsspannung Vout des Leistungsverstärkers existiert, wenn
30 ein Rechteckimpuls zur Steuerspannung V2 addiert wird, und daß die Spannung ohne jede deutliche Verzögerung in enger Anpassung an den Signalverlauf von TXC und damit den gewünschten \cos^2 -Signalverlauf anzusteigen beginnt. Auf entsprechende Weise wird die Form des Impulses am Ende des
35 Sendeimpulses wegen des Rechteckimpulses Vp auf dem \cos^2 -

Signalverlauf gehalten.

Vorstehend ist das Grundprinzip der Erfindung angegeben. In der Praxis wäre es in manchen Fällen unzweckmäßig, einen Rechteckimpuls V_p zu verwenden, der dieselbe Länge wie der Steuerimpuls TXC aufweist, und zwar weil bei einfachem Summieren des Rechteckimpulses und der Steuerspannung an einem Widerstand eine Spannungsteilung im Ausgangssignal des Leistungsverstärkers auftritt, die den Regelkreis des Leistungsverstärkers beeinflusst und die Schleifenverstärkung verringert. Es ist offensichtlich, daß dies dadurch kompensiert werden könnte, daß die Verstärkung des Regelungsverstärkers 4 erhöht wird. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn die Phasentoleranz des Regelungsverstärkers eine Verstärkungszunahme zuläßt. Dies ist nicht immer der Fall, und dann ist es möglich, die Grundschaltung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung zu verwenden, wie sie in Figur 5 dargestellt ist. Dort wird der Rechteckimpuls V_p sofort dann von der Summierungsstelle mittels eines Schalter 5 abgetrennt, wenn die Regelschleife zu arbeiten beginnt. Dann ist es möglich, die Schleifenverstärkung aufrechtzuerhalten, und demgemäß ist die Leistungsregelung schneller und genauer als bei der oben angegebenen Grundschaltungsanordnung. Gemäß dieser Schaltungsanordnung wird der Rechteckimpuls V_p mit Hilfe eines Transistors Q_1 zur Steuerspannung V_2 addiert. Wenn der Impuls V_p den Basisanschluß des Transistors erreicht, wird der Kondensator C_1 schnell über den Widerstand R_4 geladen, und die Spannung V_2 erreicht schnell den Schwellenwert, bei dem der Leistungsverstärker 1 zu arbeiten beginnt, wie oben angegeben. Da der Steuerimpuls TXC vom Regelungsverstärker über den Widerstand R_3 nun zu steigen beginnt, verringert sich die Basis-Emitter-Spannung des Transistors Q_1 , da die Basisspannung konstant ist, d. h. V_p , und die Emitterspannung steigt an. Daher hört der Transistor zu leiten auf, wenn die Emitterspannung die Basisspannung er-

reicht, und der Widerstand R4 ist sozusagen von der jeweiligen Schaltung abgetrennt. Am Ende des Steuerimpulses TXC beginnt der Transistor zu leiten, wenn die Spannung V2 unter die Schwellenspannung V3 gefallen ist, und der Rechteckimpuls V2 wird wieder zur Steuerspannung addiert, was zu einer kontrollierten Form des Sendeimpulses führt.

Über der Schwellenspannung V3 wird demgemäß die Schleifenverstärkung nicht wegen einer Summierungsschaltung verringert, und der Regelkreis arbeitet schnell und genau. Wegen der Transistorschaltung kann der Widerstand R4 mit viel kleinerem Wert bemessen sein als dann, wenn alleine die Summierungsschaltung vorliegt, mit dem Ergebnis, daß die Steuerspannung V2 mit erheblicher Geschwindigkeit auf den Schwellenpegel V3 steigen kann. Um eine Kompensation für die Temperaturabhängigkeit der Basis-Emitter-Spannung zu schaffen, ist es möglich, eine Basis-Emitter-Temperaturkompensationsschaltung zu verwenden, z. B. auf bekannte Weise mit der Diode D1 sowie Widerständen R5 und R6.

20

Gemäß der Erfindung wird der Sendeimpuls des Leistungsverstärkers mit guter \cos^2 -Form erstellt, und ab unmittelbar dem Beginn des Impulses wird dem Steuerimpuls TXC beinahe ohne Verzögerung gefolgt. Die angegebene Maßnahme ist bei allen erforderlichen Leistungsniveaus von Nutzen. Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist es möglich, schnelle und genaue Leistungsregelung dadurch zu erzielen, daß die Summierschaltung abgetrennt wird, wenn der Schwellenwert erreicht ist. Für den Fachmann ist es offensichtlich, daß das Abtrennen der Summierschaltung auf viele Weisen realisiert werden kann, ohne vom Schutzbereich der Ansprüche abzuweichen. Der Rechteckimpuls kann z. B. im Logikabschnitt des Funktelefons oder auch mittels eines Komparators ausgehend vom Impuls TXC erzeugt werden.

35

Die Erfindung wurde in Anwendung auf den beschriebenen Regelkreis in einem Funktelefon-Leistungsverstärker angegeben, jedoch ist zu beachten, daß sie auf Regelkreise angewandt werden kann, die auf andere Weise realisiert sind.

5

10

15

20

25

30

35

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Steuern der steigenden und fallenden Flanke des Ausgangsimpulses eines spannungsgesteuerten Leistungsverstärkers (4), um dem Signalverlauf eines Steuerimpulses (TXC) zu folgen, wenn der Leistungsverstärker durch
10 einen Regelkreis gesteuert wird, der die Steuerspannung (V2) mit Hilfe einer zur Ausgangsimpulsleistung (Pout) proportionalen Spannung (V1) sowie mit Hilfe des Steuerimpulses (TXC) erzeugt, dessen steigende und fallende Flanke \cos^2 -Form haben, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerspannung
15 (V2) des Leistungsverstärkers ein Rechteckimpuls (Vp) addiert wird, der im wesentlichen zur selben Zeit wie der Steuerimpuls (TXC) beginnt und endet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
20 der Spannungspegel des Rechteckimpulses (Vp) ungefähr derselbe wie der Wert der Steuerspannung (V2) ist, bei dem der Regelkreis zu arbeiten beginnt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch
25 gekennzeichnet, daß der Rechteckimpuls (Vp) nur in der Zeit zur Steuerspannung (V2) addiert wird, in der die Steuerspannung (V2) unter dem Wert (V3) liegt, bei dem der Regelkreis zu arbeiten beginnt.

30 4. Schaltungsanordnung zum Steuern der steigenden und fallenden Flanke des Ausgangsimpulses eines spannungsgesteuerten Leistungsverstärkers (4), um dem Signalverlauf eines Steuerimpulses (TXC) zu folgen, wenn der Leistungsverstärker durch einen Regelkreis gesteuert wird, der die Steuerspannung (V2) mit Hilfe einer zur Ausgangsimpulsleistung (Pout)

proportionalen Spannung (V_1) sowie mit Hilfe des Steuerimpulses (TXC) erzeugt, dessen steigende und fallende Flanke \cos^2 -Form haben, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Summierschaltung beinhaltet, in der ein Rechteckimpuls (V_p) zur
5 Steuerspannung (V_2) des Leistungsverstärkers addiert wird, wobei der hinzuaddierte Rechteckimpuls (V_p) im wesentlichen zur selben Zeit wie der Steuerimpuls (TXC) beginnt und endet.

10 5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Schalteinrichtung (5) aufweist, die den Rechteckimpuls (V_p) in derjenigen Zeit von der Summierschaltung trennt, in der der Regelkreis arbeitet.

15 6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung (5) eine Transistor-schaltung ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
20 zeichnet, daß die Spannung des Rechteckimpulses (V_p) ungefähr mit dem Wert der Steuerspannung (V_2) übereinstimmt, bei dem der Regelkreis zu arbeiten beginnt.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
25 zeichnet, daß die Summierschaltung Summierwiderstände (R_3 und R_4) beinhaltet.

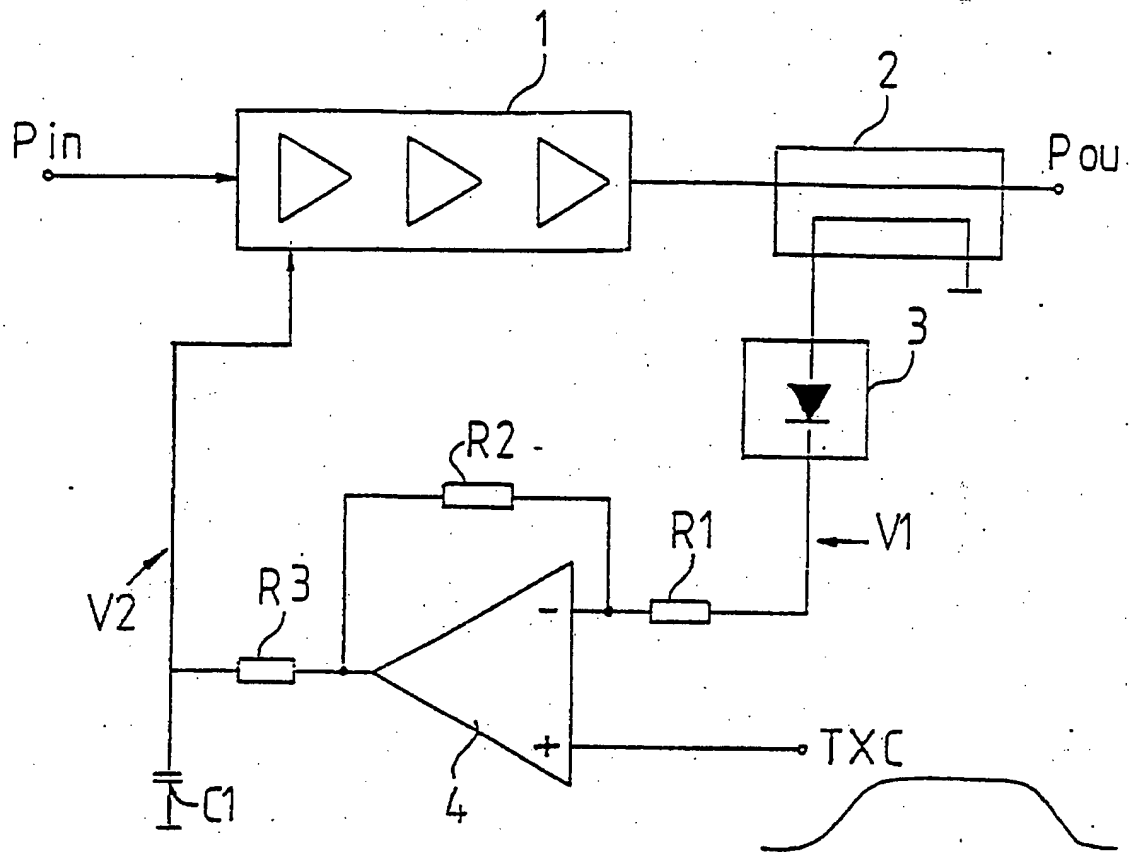


FIG. 1

FIG. 2A

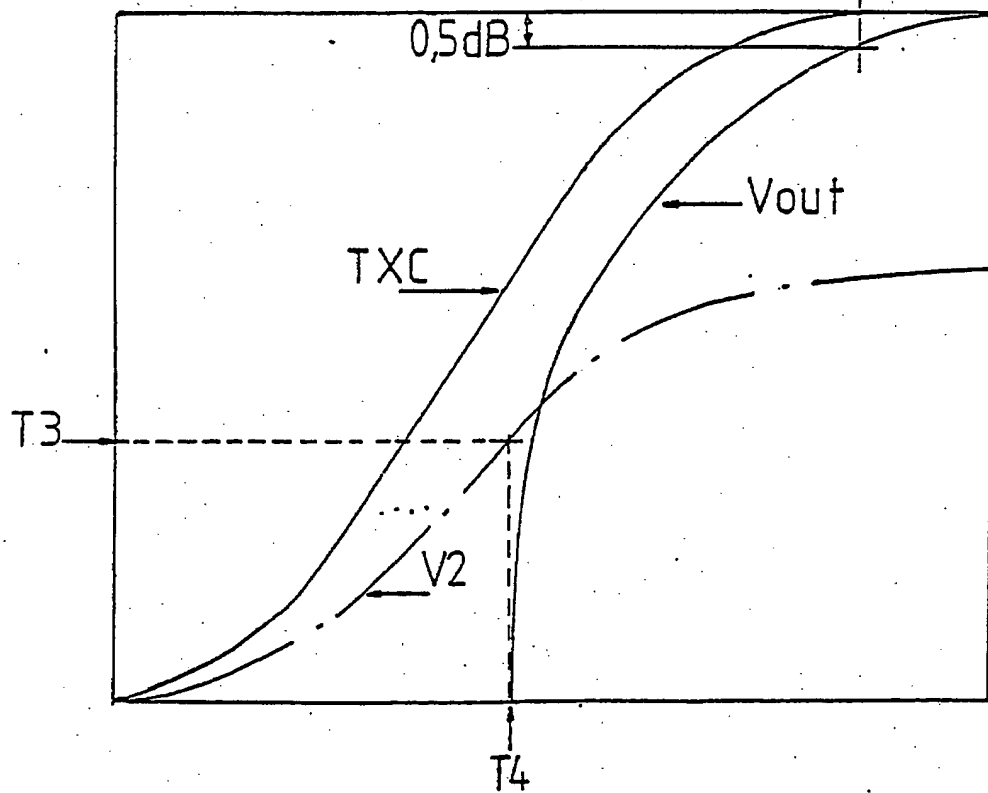
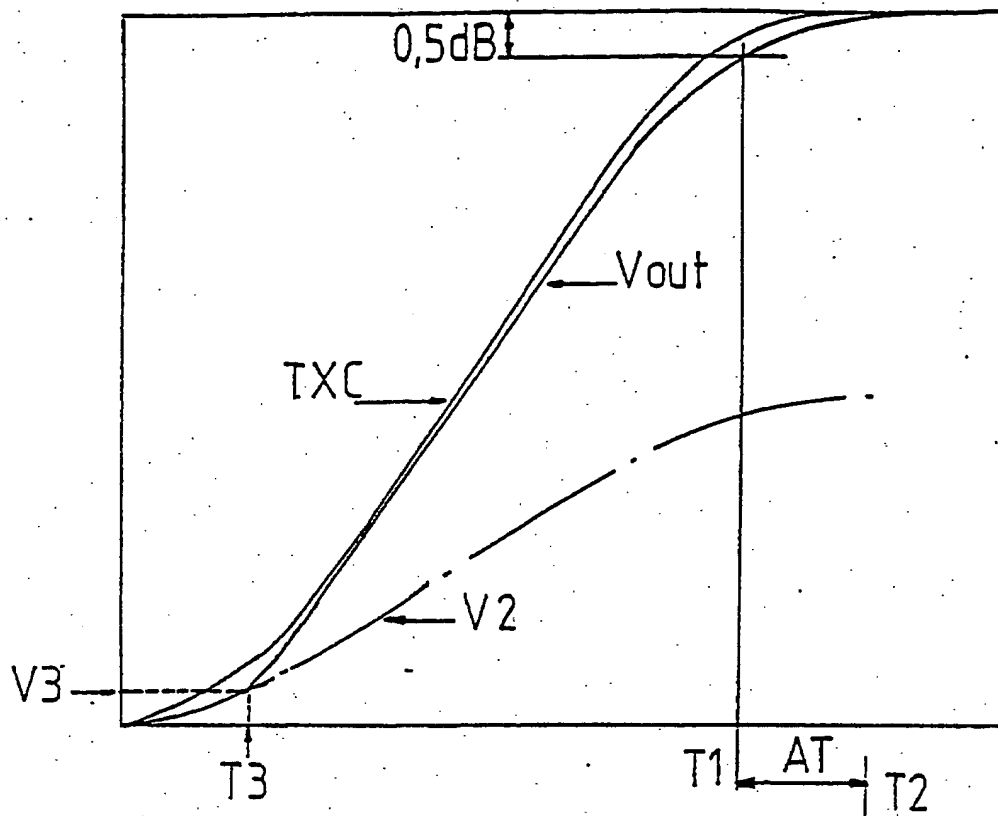


FIG. 2B

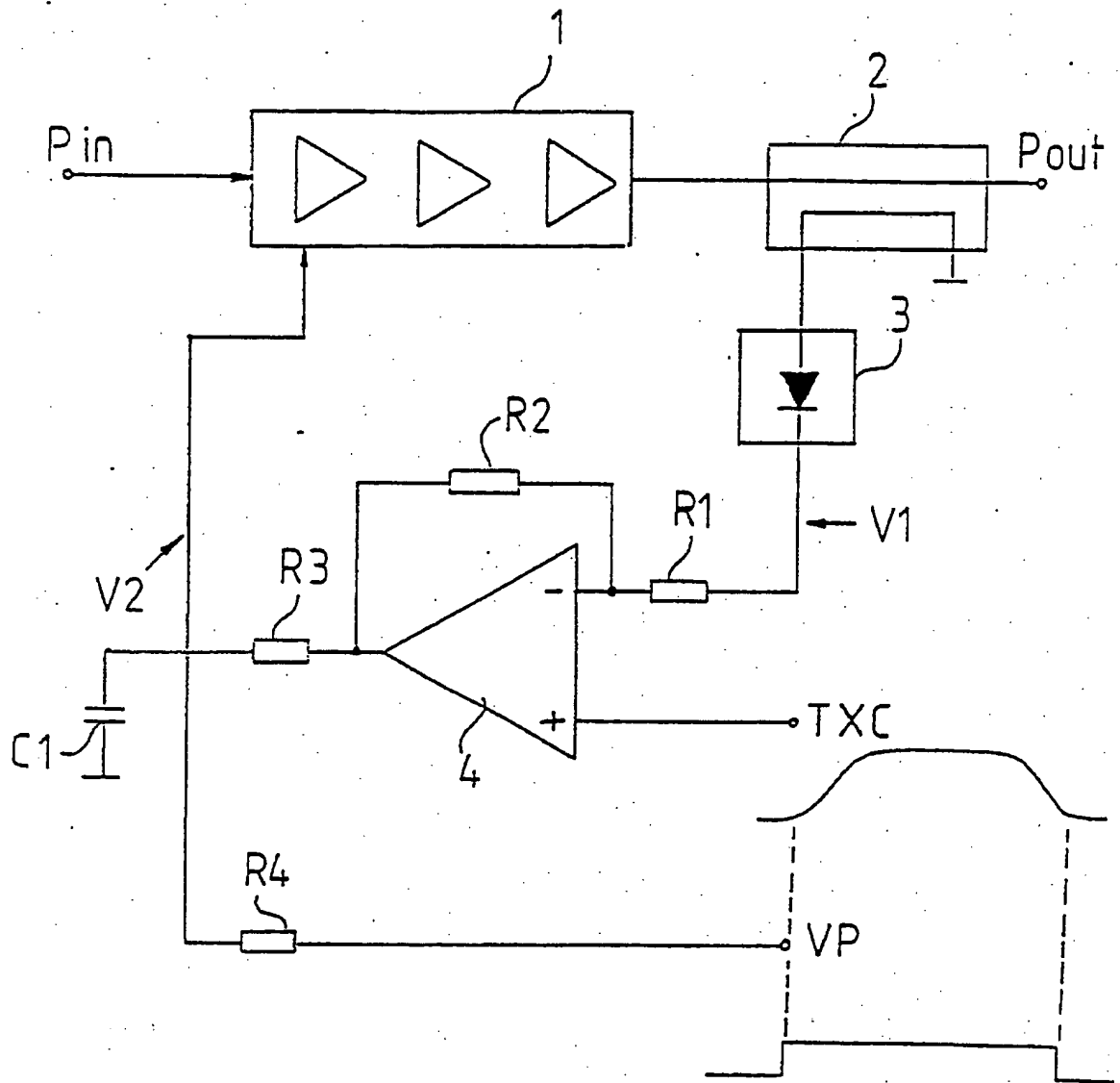


FIG. 3

u/s

FIG. 4A

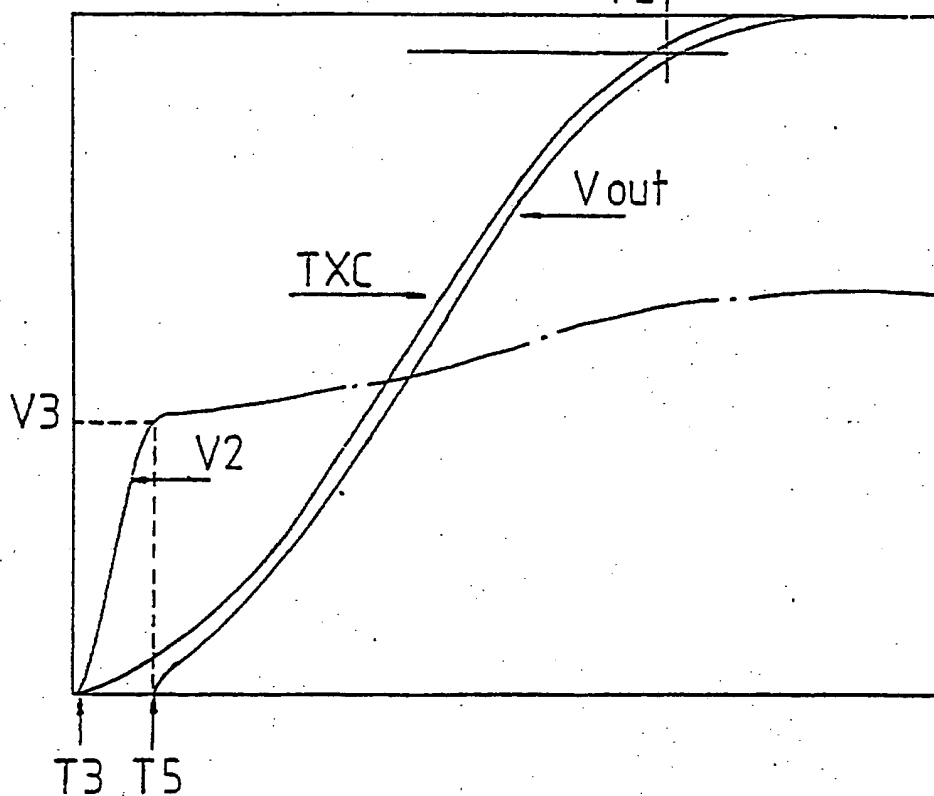
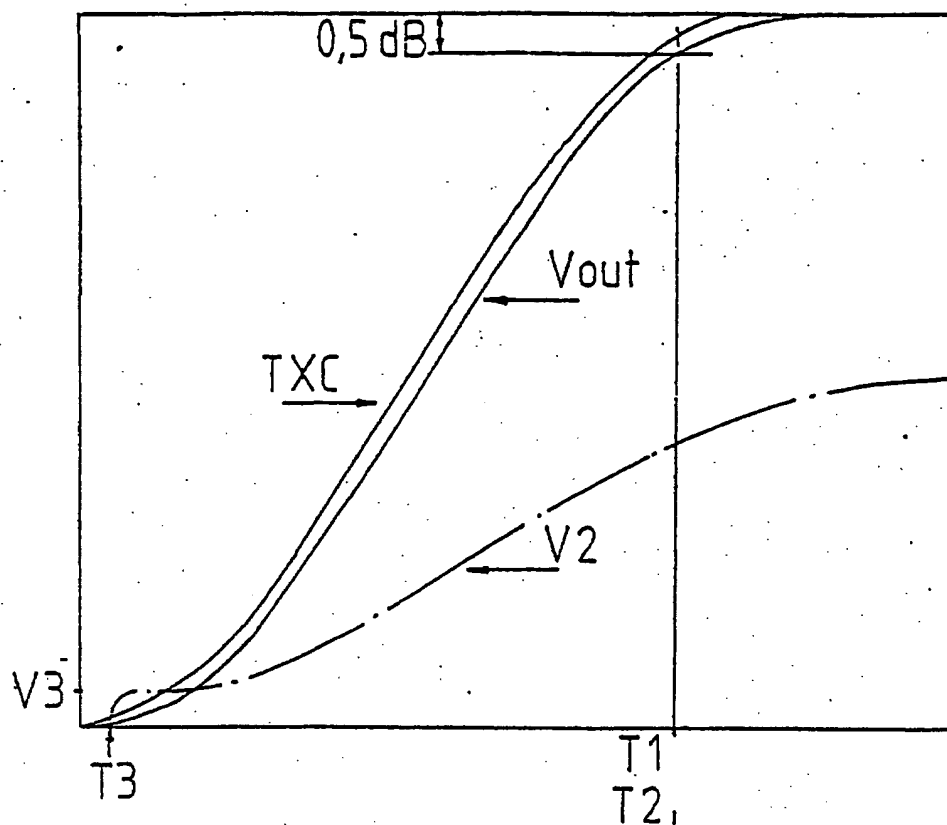


FIG. 4B

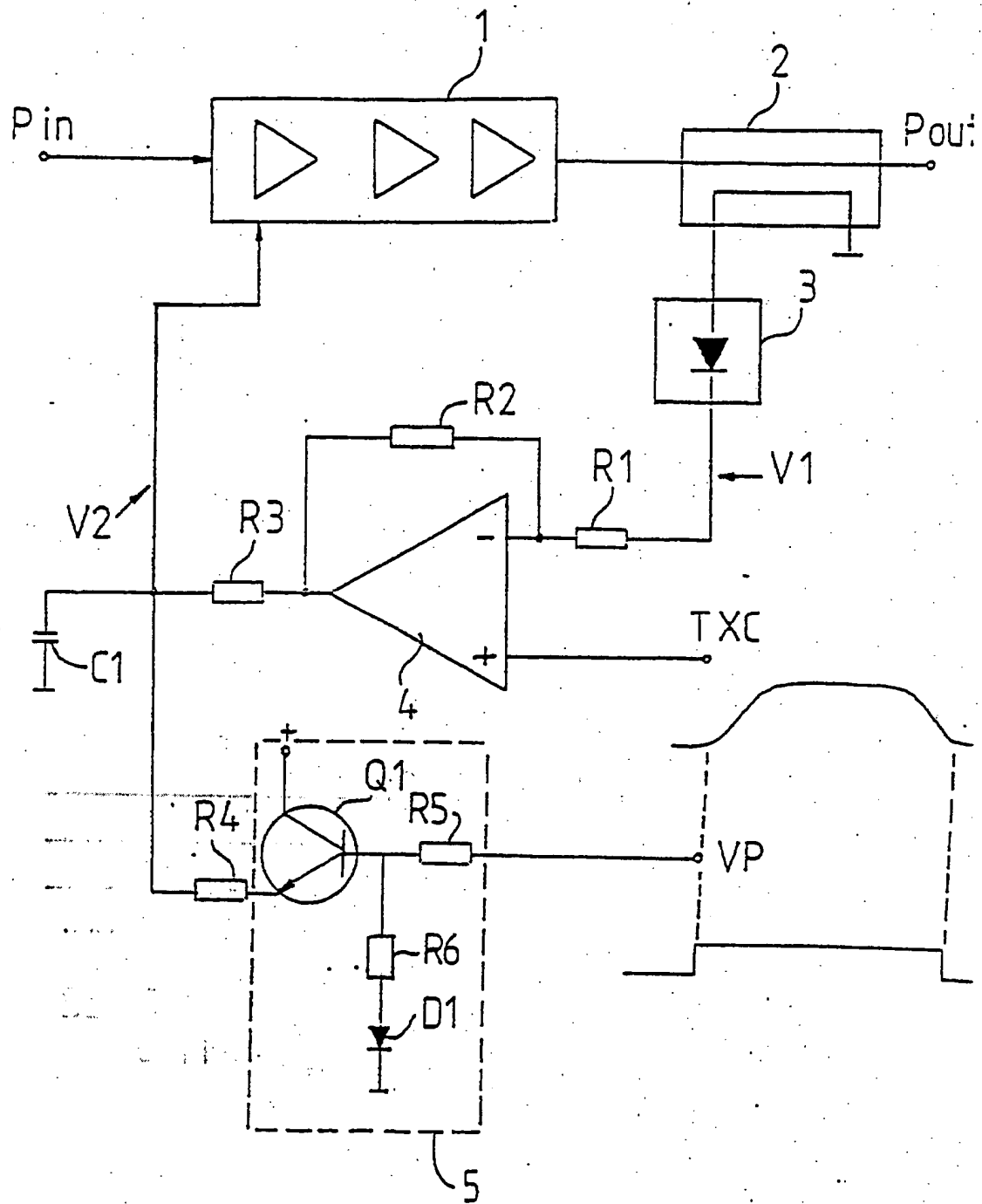


FIG. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCKET NO: GR00P 1119

SERIAL NO: 09/797,383

APPLICANT: Wahl

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100